

| | |
|----------------------------|---|
| Requested document: | DE19651559 click here to view the pdf document |
|----------------------------|---|

Adaptive engine control responsive to catalyst deterioration estimation

Patent Number: ☐ [US5857163](#)

Publication date: 1999-01-05

Inventor(s): BUSLEPP KENNETH JAMES (US); TROMBLEY DOUGLAS EDWARD (US); MILLER AIDAN MICHAEL (US)

Applicant(s): GEN MOTORS CORP (US)

Requested Patent: ☐ [DE19651559](#)

Application Number: US19950570883 19951212

Priority Number (s): US19950570883 19951212

IPC Classification: G06G7/70

EC Classification: [F01N11/00C](#), [F02P5/15B8](#)

Equivalents:

Abstract

Control of operation of an internal combustion engine is responsive to an estimate of catalyst deterioration in an engine exhaust gas catalytic treatment device, including ignition timing control, intake air control, and supplemental catalyst heating control. The deterioration estimate is responsive to a catalyst temperature estimate which may be corrected in accord with the estimated deterioration.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 51 559 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
F 02 D 43/04
F 01 N 9/00

⑳ Aktenzeichen: 196 51 559.9
㉔ Anmeldetag: 11. 12. 96
㉕ Offenlegungstag: 19. 6. 97

DE 196 51 559 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
12.12.95 US 570883

⑦① Anmelder:
General Motors Corp., Detroit, Mich., US

⑦④ Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner, 80538 München

⑦② Erfinder:
Trombley, Douglas Edward, Grosse Pointe Woods,
Mich., US; Buslepp, Kenneth James, Brighton,
Mich., US; Miller, Aidan Michael, Howell, Mich., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Adaptive Motorsteuerung

⑤⑦ Steuerung des Betriebes eines Verbrennungsmotors, die auf eine Abschätzung eines Nachlassens des Katalysators in einer katalytischen Behandlungseinrichtung für Motorabgas anspricht, welche Zündzeitpunkteinstellungssteuerung, Einlaßluftsteuerung und Ergänzungskatalysatorheizungssteuerung umfaßt. Die Abschätzung des Nachlassens spricht auf eine Katalysatortemperaturabschätzung an, welche gemäß dem abgeschätzten Nachlassen korrigiert werden kann.

DE 196 51 559 A 1

Beschreibung

Diese Erfindung betrifft eine Automobilverbrennungsmotorsteuerung und insbesondere die Anpassung von Motorsteuerungen in Abhängigkeit von Leistungs-
veränderungen in Motoremissionssteuersystemen.

Es ist bekannt, daß katalytische Behandlungseinrichtungen, als katalytische Konverter bekannt, zur Behandlung von Verbrennungsmotorabgasen mit dem Gebrauch nachlassen. Genauer nimmt die Wirksamkeit, mit welcher der Katalysator der katalytischen Behandlungseinrichtungen derartige Motorabgase, wie Kohlenmonoxid, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe umwandelt, über die Lebensdauer der Behandlungseinrichtung ab und die Aufwärmzeit der Einrichtung nimmt zu. Die Aufwärmzeit ist die Zeit, die erforderlich ist, damit der katalytische Konverter eine vorgeschriebene Wirksamkeit einem Kaltstart des Motors folgend erreicht. Ein Nachlassen des katalytischen Konverters kann zu erhöhten Automobilfahrzeugemissionen führen. Die Zunahme der Emissionen kann jedoch zu einem gewissen Ausmaß gelindert werden, indem mit anderen Fahrzeugsteuerstrategien ein Kompromiß geschlossen wird. Gegenwärtige Fahrzeugsteuerstrategien sind unter Verwendung eines Modells des Nachlassens des Katalysators nahe dem schlimmsten Fall konstruiert worden, so daß selbst ein Nachlassen des Katalysators nahe dem schlimmsten Fall, wie durch Fahrzustände im schlimmsten Fall hervorgerufen, die behandelten Motoremissionen noch aggressive Emissionssteuerungsbeschränkungen erfüllen werden. Fahrbedingungen im schlimmsten Fall sind ungewöhnlich. Infolgedessen sind viele von den Kompromissen, die unter den Modellen des Nachlassens des Katalysators für den schlimmsten Fall gemacht worden sind, unnötig, um selbst sehr ambitionierte Emissionssteuerbeschränkungen zu erfüllen, wie für die große Mehrheit von Fahrzeugen, die den Fahrzuständen im schlimmsten Fall nicht ausgesetzt sind. Unter Verwendung des gegenwärtigen Modells des Nachlassens des Katalysators kann unnötigerweise ein Kompromiß zwischen Motorleistung und Kraftstoffökonomie geschlossen werden.

Es wäre daher erwünscht, zu vermeiden, daß Automobilmotorsteuerungen auf das Modell des Nachlassens des Katalysators für den schlimmsten Fall beschränkt werden. Es wäre erwünscht, aggressive Emissionssteuerungsstandards mit minimaler Opferung von Motorkraftstoffökonomie und -leistung zu erfüllen.

Die Erfindung schafft ein erwünschtes adaptives Modell des Nachlassens eines katalytischen Konverters zum Abschätzen des Nachlassens des Katalysators im Betrieb. Die Motorsteuerung wird in Abhängigkeit von der Abschätzung angepaßt. Genauer wird für einen Motor mit einer Katalysatorbehandlungseinrichtung, wie einem katalytischen Konverter zur Behandlung von Motorabgas und mit einer Motorsteuereinrichtung, ein periodisches Messen oder Abschätzen des Nachlassens des Katalysators vorgesehen. Die Messung kann von einem Motorparameter erfolgen, der das Nachlassen des Katalysators wesentlich beeinflusst, wie die Katalysatortemperatur. Die Katalysatorarbeitszeit kann durch die gemessene Temperatur gewichtet werden. Das Nachlassen der Leistung der Katalysatorbehandlungseinrichtung weg von einer idealen Anfangskalibrierungsleistung kann abgeschätzt werden, indem die gewichtete Katalysatorarbeitszeit auf ein gespeichertes Modell des Nachlassens angewendet wird. Eine Änderung der Motorsteuerstrategien kann dann durch das

abgeschätzte Nachlassen der Leistung ausgelöst werden. Wenn beispielsweise die abgeschätzte Leistung der Einrichtung auf ein Niveau nachläßt, das einer unannehmbaren Zunahme der Katalysatoraufwärmzeit entspricht, kann eine Aufwärmungsverstärkungskompensation auf Kosten einer verringerten Motorkraftstoffökonomie oder -leistung vorgesehen werden.

Ungleich wie in herkömmlichen Modellen des Nachlassens wird eine derartige Kompensation nur dann angewendet werden, wenn sie wirklich für die tatsächlichen Arbeitszustände jedes Fahrzeuges benötigt wird, wodurch unnötige Kraftstoffökonomie- und Leistungsverringerungen vermieden werden. Wenn weiter die Katalysatorleistung fortschreitet nachzulassen, wie durch das Modell gezeigt, kann eine zusätzliche Kompensation vorgesehen werden, um strenge Emissionsstandards mit minimalem Verlust von Leistung oder Kraftstoffökonomie zu erfüllen. Wenn Kompensationsgrenzen erreicht sind, kann eine Nachlaßbedingung vorgesehen werden, die den Bediener alarmiert, daß Wartungsvorgänge erforderlich sind.

Gemäß einem weiteren Aspekt dieser Erfindung kann die Katalysatortemperaturinformation durch ein genaueres Temperaturmodell geliefert werden, das keine zusätzlichen Sensoren gegenüber jenen erfordert, die herkömmlich mit einem Motor verfügbar sind. Das Temperaturmodell kann verbessert werden, indem die Modellparameter eingestellt werden, wie die Katalysatorbehandlungseinrichtung altert. Genauer wird für gegebene Motorarbeitszustände, die auf das Modell angewendet werden, ein frischer oder geringfügig gealterter Katalysator typischerweise mit einer höheren Temperatur als ein älterer Katalysator arbeiten. Herkömmliche Katalysatortemperaturmodelle müssen die höhere Temperatur für die Motorarbeitszustände annehmen, so daß das Nachlassen des Katalysators für den schlimmsten Fall berücksichtigt wird. Das Ergebnis ist eine Ungenauigkeit in dem Katalysatortemperaturmodell selbst, was die Genauigkeit des Modells des Nachlassens verringert. Gemäß diesem weiteren Aspekt der Erfindung kann sich das Temperaturmodell selbst an Änderungen des Nachlassens des Katalysators anpassen, worin anfangs für eine neue Katalysatorbehandlungseinrichtung ein Hochtemperaturmodell angewendet werden kann, und allmählich als eine Funktion von dem abgeschätzten Nachlassen des Katalysators verringert werden kann, so daß eine genaue Katalysatortemperaturinformation abgeschätzt werden kann, ohne Sensoren über die Lebensdauer der Katalysatorbehandlungseinrichtung hinzuzufügen.

Gemäß einem weiteren Aspekt dieser Erfindung kann das Modell des Nachlassens dieser Erfindung mit Diagnoseinformation korrigiert werden, die von einer unabhängigen Katalysatornachlaßprozedur, beispielsweise einer herkömmlichen Prozedur zum Messen oder Abschätzen des Nachlassens des Katalysators, das von einem Faktor hervorgerufen wird, der in dem Modell dieser Erfindung nicht berücksichtigt wird, korrigiert werden. Es ist bekannt, daß das Nachlassen des Katalysators gemessen wird, indem die Charakteristik des Ausgangssignals eines Sauerstoffsensors überwacht wird, der stromabwärts von der Katalysatorbehandlungseinrichtung positioniert ist. Eine derartiges Nachlassen kann durch eine Ölverunreinigung des Katalysators, mechanischen Bruch etc. hervorgerufen werden. Wenn ein Nachlassen durch derartige herkömmliche Prozeduren diagnostiziert wird, kann das Modell des Nachlassens dieser Erfindung mit dem diagnostizierten Zustand

des Katalysators korrigiert oder aktualisiert werden, so daß richtige Motorsteuerungen aufrechterhalten werden können.

Annäherungen an ein Nachlassen für den schlimmsten Fall werden dadurch minimiert oder vermieden, indem das Nachlassen des Katalysators direkt überwacht wird und indem nur die Kompensation vorgeschrieben wird, die erforderlich ist, um selbst ambitionierte Emissionsstandards zu erfüllen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung beschrieben, in dieser zeigen:

Fig. 1 ein allgemeines Diagramm des Motors und der Motorsteuerungs-Hardware zum Ausführen dieser Erfindung gemäß der bevorzugten Ausführungsform,

Fig. 2 und 3 Computerflußdiagramme, die einen Fluß von Vorgängen zum Ausführen der bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung mit der Steuerungs-Hardware von Fig. 1 darstellen, und

Fig. 4 bis 7 graphische Diagramme, die die Parameterbeziehungen darstellen, auf denen die Vorgänge von Fig. 2 und 3 beruhen.

In bezug auf Fig. 1 nimmt ein Verbrennungsmotor 10 Einlaßluft durch eine Einlaßluftbohrung 14 hinter einem herkömmlichen Massenluftstromsensor 12, wie einem Sensor vom Hitzdraht- oder Dickfilmtyp auf, der die Motoreinlaßluftmassenrate in ein Ausgangssignal MAF überträgt. Die Motoreinlaßluftbegrenzung wird von einem Einlaßluftventil 16 vom Dreh- oder Drosselklappentyp gesteuert, dessen Rotationsposition von einem herkömmlichen Drehpotentiometer 18 in ein Ausgangssignal TP übertragen wird. Eine Bypass-Leitung 24 liefert einen Motoreinlaßluftweg, der im wesentlichen unabhängig von der Position des Einlaßluftventils 16 ist. Ein Bypass-Ventil V 26, wie ein ansprechendes lineares oder binäres Präzisionsolenoidventil von jeder herkömmlichen Konstruktion, ist in der Bypass-Leitung 24 zum Steuern der Leitungsbeschränkung gegenüber dem Einlaßluftstrom dadurch angeordnet. Das Bypass-Ventil 26 ist für eine Präzisionsmotoreinlaßluftstromsteuerung vorgesehen, um Leerlaufsteuerungs- und herkömmliche Drosselfolgersteuerungsfunktionen zu liefern, wie es allgemein in der Technik verstanden wird. Die Motoreinlaßluft wird mit einer eingespritzten Kraftstoffmenge zusammengebracht, und die Luft/Kraftstoff-Mischung wird in den Motorzylindern gezündet. Der Zündungsprozeß treibt die Zylinderkolben (nicht gezeigt), welche mechanisch mit einer Ausgangswelle 54, wie einer Kurbelwelle, verbunden sind, hin- und hergehend an, um die Ausgangswelle zu drehen. Eine Vielzahl von beabstandeten Zähnen oder Kerben ist um einen Umfangsabschnitt der Ausgangswelle 54 in einer Position angeordnet, um an einem herkömmlichen Positionssensor 22 vorbeizutreten. Der Positionssensor 22 kann die Form eines bekannten Sensors mit variablem magnetischen Widerstand oder Hall-Effektsensors annehmen, der den Durchtritt der Zähne oder Kerben in eine Größenänderung einer Sensorausgangssignalspannung überträgt. Während der Motor arbeitet, die Motorausgangswelle 54 zu drehen, wird deshalb eine periodische Sinuswellenform von dem Sensor 22 mit einer Frequenz proportional zu der Durchtrittsrate der Zähne von dem Sensor 22 und dadurch proportional zu der Rotationsrate der Ausgangswelle 54 ausgegeben. Die Zähne sind um den Wellenumfang herum derart positioniert, daß jeder Durchtritt eines Zahns von dem Sensor einem Motorzylinderereignis entspricht, in welchem ein Verbrennungsereignis in einem bekannten Motorzylinder auftrat. Zusätzliche Zähne oder Kerben können

weiter zu Motorsynchronisations- oder Diagnoseprozeduren hinzugefügt werden.

Abgase, die in dem Motorzylinder-Verbrennungsprozeß erzeugt werden, werden aus den Motorzylindern und durch eine Abgasleitung 28 zu einer katalytischen Behandlungseinrichtung 30, wie einem herkömmlichen katalytischen Drei-Wege-Konverter, zur Verringerung von Pegeln derartiger unerwünschter Abgaskomponenten, wie Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Stickoxide geführt. Das behandelte Motorabgas wird dann an die Atmosphäre abgegeben. Herkömmliche Sauerstoffsensoren 32 und 54, wie Zirkonoxid-Sensoren, sind sowohl stromaufwärts entlang der normalen Richtung des Abgasstromes, als auch stromabwärts von der katalytischen Behandlungseinrichtung 30 zum Wahrnehmen des Sauerstoffgehaltes in dem Abgas und zum Ausgeben von Signalen EOS1 und EOS2 angeordnet, die jeweils den Sauerstoffgehalt vor bzw. nach der Behandlung durch die Einrichtung 30 anzeigen. Eine derartige Sauerstoffgehaltssinformation kann bei einer Abschätzung eines Motor-Luft/Kraftstoff-Verhältnisses angewendet werden, wie es in der Technik durchgeführt wird.

Eine Steuereinrichtung 36, wie ein herkömmlicher Microcontroller, umfaßt Elemente wie eine zentrale Verarbeitungseinheit 40 mit einer arithmetischen Logikeinheit ALU 42, Nur-Lese-Speicher-ROM-Einrichtungen 44, Direktzugriffsspeicher-RAM-Einrichtungen 50, eine Eingangs/Ausgangs-Steuerungsschaltung I/O 48 und eine Analog/Digital-Wandlungsschaltung A/D 46. Die Kommunikation zwischen derartigen Einrichtungen der Steuereinrichtung wird durch eine Reihe von Daten- und Adreßbussen und Steuerleitungen vorgesehen, die allgemein als Bus 52 dargestellt sind. Die Steuereinrichtung empfängt die Sensorausgangssignale und verarbeitet durch Ausführen einer Reihe von Vorgängen die Eingangssignale und erzeugt Steuerungs-, Diagnose- und Wartungsausgangssignale zum Anlegen an Aktuatoren, Anzeigeeinrichtungen etc. gemäß allgemeinen Motorsteuerungs-, Diagnose- und Wartungspraktiken. Beispielsweise wird ein Steuerbefehl EST, der eine befohlene Zündzeitpunkteinstellung anzeigt, von der Steuereinrichtung 36 an Zündungsansteuerungen 38 ausgegeben, welche zeitlich abgestimmte Zündungsansteuerungssignale an Zündkerzen in Motorzylindern zum Zünden der Zylinder-Luft/Kraftstoff-Mischung anlegen. Weiter wird ein Leerlaufsteuerungssignal IAC von Steuereinrichtung 36 an IAC-Ansteuerung 58 ausgegeben, welche einen Positionssteuerbefehl, wie in der Form eines Tastverhältnisbefehls, an Bypass-Ventil 26 anlegt, um Bypass-Luft zu Einlaßleitung 20 zu dosieren. Weiter kann ein Ausgangssignal zum Ansteuern der Anzeigeeinrichtung 56 von Steuereinrichtung 36 geliefert werden, beispielsweise um einen Zustand des Nachlassens der katalytischen Behandlungseinrichtung 30 anzuzeigen und somit anzuzeigen, daß eine Reparatur- oder Austauschprozedur erforderlich ist. Die Anzeigeeinrichtung 56 nimmt die Form einer herkömmlichen Lampe an, die auf einer Instrumententafel aufgebaut ist, die für den Motorbediener sichtbar ist.

Die Reihe von Vorgängen, die für Diagnosen der Motorsteuerung und der katalytischen Behandlungseinrichtung gemäß dieser Erfindung sorgen, sind allgemein in den Fig. 2 und 3 dargestellt. Derartige Vorgänge werden periodisch ausgeführt, während die Steuereinrichtung arbeitet, wie während Zündungsenergie an die Steuereinrichtung 36 von einem Motorbediener ange-

legt wird. Die Vorgänge können in ROM 44 (Fig. 1) als Steuereinrichtungsanweisungen gespeichert werden, die auf einer zeitglied- oder ereignisgesteuerten Festlegung ausgeführt werden. Genauer werden die Vorgänge der Routine von Fig. 2 einmal pro Sekunde, während die Steuereinrichtung 36 arbeitet, wie von einer Zeitgliedunterbrechungseinstellung eingeleitet, während einer herkömmlichen Initialisierungsprozedur ausgeführt, um zumindest einmal pro Sekunde aufzutreten.

Beim Auftreten der Zeitgliedunterbrechung wird die Steuereinrichtung 36 angewiesen, zeitweilig gegenwärtige Vorgänge auszusetzen und die Unterbrechung durch die Vorgänge von Fig. 2 bei einem Schritt 100 beginnend und zu einem Schritt 102 fortschreitend zu bedienen, um gegenwärtige Werte von Eingangssignalen RPM, MAF und A/F abzutasten, in welchen A/F eine Abschätzung des Motor-Luft/Kraftstoff-Verhältnisses ist, das durch eine Sammlung von EOS1-Signalabtastungen angezeigt wird, wie es allgemein in der Technik verstanden wird. Die Temperatur Tcat von dem Katalysator in der Behandlungseinrichtung 30 von Fig. 1 wird als nächstes als eine Funktion von RPM und MAF abgeschätzt. Beispielsweise kann unter Kalibrierungszuständen von einem stöchiometrischen Luft/Kraftstoff-Verhältnis und stationärer Motorarbeit die Katalysatortemperatur Tcat indem eine Kalibrierungstemperatursonde verwendet wird, die auf oder nahe dem Katalysator angeordnet ist, während einer herkömmlichen Kalibrierungsprozedur direkt gemessen und als eine Funktion von MAF und RPM — zwei Parameter, bei welchen bestimmt worden sind, daß sie Tcat wesentlich beeinflussen — aufgezeichnet werden. Die Kalibrierungsergebnisse können in ROM 44 (Fig. 1) wie eine herkömmliche Nachschlagtabelle als eine Funktion von RPM und MAF gespeichert und die gegenwärtige Tcat-Abschätzung bei dem beschriebenen Schritt 104 als eine Funktion von dem RPM und MAF festgestellt werden, die bei dem Schritt 102 abgetastet worden sind. Ein Tcat-Filterkoeffizient wird als nächstes als eine Funktion von MAF und der Änderungsrichtung in MAF bei einem nächsten Schritt 106 festgestellt. Ein gemeinsamer Verzögerungsfilter mit einem variierenden Filterkoeffizienten ist in dieser Ausführungsform vorgesehen, um Tcat gemäß der Motoreinlaßluftstromrate langsam zu ändern. Bei relativ langsamen Luftstromraten wird der Filterkoeffizient stärkeres Filtern vorsehen, was die Änderung von Tcat gemäß einer langsameren Neigung zur Temperaturänderung aufgrund der relativ langsamen Luftstromrate verlangsamt. Alternativ wird für relativ hohe Luftstromraten eine leichtere Filterung durch einen größeren Filterkoeffizienten vorgesehen, um zu erlauben, daß eine schnellere Temperaturänderung auftritt, die mit einer vergrößerten Neigung zur Katalysatortemperaturänderung vereinbar ist. Eine Festlegung von Filterkoeffizienten kann in einem Kalibrierungsprozeß als eine Funktion von MAF und von einer Änderungsrichtung in MAF bestimmt und in einem herkömmlichen Nachschlagtabelleformat in RAM 44 (Fig. 1) gespeichert werden, wobei der Filterkoeffizient der Tabelle dem gegenwärtigen MAF und der Richtungsänderung von MAF entspricht, der daraus bei Schritt 106 festgestellt wird.

Der Tcat-Wert wird als nächstes bei einem Schritt 108 wie folgt gefiltert:

$$Tcat = OLDTcat + COEF \cdot (OLDTcat - Tcat),$$

wobei OLDTcat der kürzlichste frühere Tcat-Wert ist,

wie für die kürzlichste frühere Iteration der Routine von Fig. 2, und COEF der Filterkoeffizient ist, der bei Schritt 106 festgestellt wird. Als nächstes wird ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Offset bei einem Schritt 110 als eine Funktion von der Abweichung des gegenwärtigen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses weg von einem stöchiometrischen Verhältnis festgestellt. Wie beschrieben, wurde der bei Schritt 104 festgestellte Tcat-Wert unter einem Kalibrierungszustand von einem stöchiometrischen Motor-Luft/Kraftstoff-Verhältnis bestimmt. Jede Abweichung des gegenwärtigen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses weg von der Stöchiometrie kann zu einem Fehler in dem Tcat-Wert führen. Beispielsweise wird ein Offset von Null bei Schritt 110 für ein gegenwärtiges Luft/Kraftstoff-Verhältnis von 14,5 festgestellt, und der Offset wird dann um ungefähr -50 Grad Celsius für jede Abnahme von 0,5 von dem Luft/Kraftstoff-Verhältnis unter 14,5 verringert, und wird um ungefähr +50 Grad Celsius für jede Zunahme von 0,5 von dem Luft/Kraftstoff-Verhältnis über 14,5 vergrößert. Eine derartige Offset-Information kann in ROM 44 (Fig. 1) in der Form einer Festlegung von Offsets als eine Funktion von der Abweichung des gegenwärtigen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses weg von der Stöchiometrie gespeichert werden. Nach dem Bestimmen eines derartigen Offsets wird der gegenwärtige Zählerwert des Nachlassens des Katalysators CATDET bei einem nächsten Schritt 112 gelesen, was einen modellierten Grad des Nachlassens des Katalysators der katalytischen Behandlungseinrichtung 30 von Fig. 1 anzeigt, um durch weitere Vorgänge der Routine von Fig. 2 aktualisiert zu werden.

Als nächstes wird ein Temperatur-Offset bei einem Schritt 114 als eine Funktion von CATDET aus einer Nachschlagtabelle festgestellt, die in ROM 44 gespeichert ist. Es ist beobachtet worden, daß für die gleichen Motorarbeitszustände, wie für die gleiche Motorgeschwindigkeit und Einlaßmassenluftstromrate, die Temperatur des Katalysators in einer katalytischen Behandlungseinrichtung, wie Einrichtung 30 von Fig. 1, mit der Katalysatoralterung hauptsächlich wegen Abnahmen der Katalysatorwirksamkeit abnehmen wird. Um diese Information in das Modell von Tcat für eine genaue Katalysatortemperaturabschätzung einzuarbeiten, wird der Katalysatoralterungsgrad, wie durch den gegenwärtigen Wert von CATDET angezeigt, verwendet, um einen Temperaturkorrekturwert festzustellen. Kompromisse bei der Abschätzung von Tcat sind daher nicht erforderlich, und eine genaue Temperaturinformation kann unempfindlich gegenüber der Katalysatoralterung vorgesehen werden. Eine typische Kalibrierung des CATDET-Temperaturkorrektur-Offsets als eine Funktion von CATDET ist in Kurve 300 von Fig. 4 dargestellt. Der Offset beträgt Null für CATDET-Werte bis zu ungefähr 75 000, was näherungsweise dreißig Prozent Nachlassen des Katalysators entspricht, nach welchem der Offset im wesentlichen linear auf einen maximalen Offset-Tmax für einen völlig nachgelassenen Katalysator mit einem CATDET-Wert von ungefähr 230 000 abfällt. Tmax kann in einem Kalibrierungsprozeß als repräsentative Abnahme der Katalysatorarbeitstemperatur für einen völlig nachgelassenen Katalysator bestimmt werden.

Zu Fig. 2 zurückgekehrt, wird als nächstes die Offset-Information auf Tcat angewendet, um Luft/Kraftstoff-Verhältnisabweichungen weg von der Stöchiometrie zu korrigieren und um Alterung zu korrigieren, indem die bei Schritt 110 und 114 festgestellten Offsets zu Tcat addiert werden. Als nächstes können Katalysatorüber-

temperaturschutzprozeduren bei einem Schritt 118 vorgesehen werden, beispielsweise indem die genaue Tcat-Abschätzung mit einer Katalysatorübertemperatur-schwelle von ungefähr 900 Grad Celsius verglichen wird, und Schritte auf Kosten von Kraftstoffökonomie und Leistung unternommen werden, um die Katalysator-temperatur zu verringern, derart, daß das Luft/Kraftstoff-Verhältnis stöchiometrisch fett gefahren wird, wie es allgemein in der Technik verstanden wird. Die genaue Tcat-Abschätzung einschließlich der Korrektur des Nachlassens gemäß dieser Erfindung vermeidet eine Temperaturmodellierung zum Übertemperaturschutz für den schlimmsten Fall. Eher als ein überumfassendes Annehmen, daß die Katalysatortemperaturen immer jene eines frischen Katalysators sind, was zu einem unnötigen Anwenden von Übertemperaturkorrektur (was beispielsweise das Luft/Kraftstoff-Verhältnis dazu zwingen kann, fett zu werden) und verringerter Kraftstoffökonomie und Leistung führen kann, gleicht das Tcat-Modell vielmehr ein Nachlassen des Katalysators aus, und ein genauer Übertemperaturschutz kann nur vorgeschrieben werden, wenn er über die Lebensdauer des Katalysators notwendig ist.

Nach Anwenden jeglichen benötigten Übertemperaturschutzes wird ein Zählwert des Nachlassens DETCNT aus einer Katalysatornachlaßfestlegung als eine Funktion von Tcat bei einem Schritt 120 festgelegt. Die Nachlaßfestlegung wird während eines Kalibrierungsprozesses als der Alterungsgrad des Katalysators pro Zeiteinheit für eine gegenwärtige Katalysator-arbeitstemperatur Tcat bestimmt. Eine derartige Kalibrierung ist in Kurve 302 von Fig. 5 als Diagramm dargestellt. Die Größe von DETCNT nimmt mit der Temperatur dramatisch zu, beispielsweise von einem Wert von weniger als Eins für Tcat zwischen Null und 650 Grad Celsius bis zu einem Wert, der Dreizehn überschreitet, für Tcat, die 800 Grad Celsius überschreitet. Die Kurve kann weitere Knickpunkte als die vier von Kurve 302 umfassen, abhängig von der Ausschöpfung des Kalibrierungsprozesses. Die Werte von DETCNT von Kurve 302 werden als die Zunahme von CATDET kalibriert, die erforderlich ist, um die Alterung des Katalysators für jede Sekunde Katalysatorarbeit allein aufgrund von Temperatúrauswirkungen auf die Katalysatoralterung zu modellieren.

Zu Schritt 2 zurückgekehrt, wird CATDET mit dem festgestellten DETCNT-Wert bei einem nächsten Schritt 122 aktualisiert. Um andere Alterungseffekte, die nicht in dem Alterungsmodell auf Temperaturbasis dieser Ausführungsform enthalten sind, zu berücksichtigen, wird ein nächster Schritt 124 ausgeführt, um zu bestimmen, ob ein Zustand des Nachlassens des Katalysators durch irgendeine andere Diagnose diagnostiziert worden ist, die zusätzlich zu der Katalysatoralterungsdiagnose dieser Ausführungsform arbeiten kann. Beispielsweise kann die Diagnose, die in der U.S.-Patentschrift Nr. 5 509 267 (U.S.-Anmeldenummer 08/337703, eingereicht am 14. November 1994) oder der U.S.-Patentschrift 5 431 011 (U.S.-Anmeldenummer 08/166978, eingereicht am 14. Dezember 1993) beschrieben sind, ebenso arbeiten, um ein Nachlassen des Katalysators zu diagnostizieren, das durch Effekte, die Temperatur, Ölverunreinigung, mechanischen Bruch des Katalysators etc. einschließen, hervorgerufen wird, beispielsweise durch direktes Überwachen der Aktivität des Katalysators bei der Behandlung von Bestandteilelementen des Motorabgases. Wenn ein Zustand des Nachlassens, der durch eine derartige zusätzliche Diagnose angezeigt

wird, einen schwerwiegenden nachgelassenen Katalysator anzeigt, als er gegenwärtig durch CATDET angezeigt wird, wie bei einem nächsten Schritt 126 bestimmt, wird CATDET vergrößert, um ein derartiges diagnostiziertes Nachlassen bei einem nächsten Schritt 128 zu berücksichtigen, so daß CATDET als eine genaue Anzeige des Zustandes des Katalysators, was Effekte von Temperatur, Ölverunreinigung des Katalysators und mechanischem Bruch und wirklich jedem anderen Faktor, der die Sauerstoffspeicherungs- und Freigabeaktivität in dem Katalysator verringern kann einschließt, aufrechterhalten wird. Die CATDET-Korrektur kann vorgesehen werden, indem, wenn möglich, der Grad des Nachlassens, der durch eine derartige zusätzliche Diagnose angezeigt wird, in einen äquivalenten CATDET-Wert modelliert wird, und CATDET auf einen derartigen Wert gesetzt wird, wenn bestimmt wird, daß CATDET kleiner als dieser Wert ist.

Nach Ausführen jeglicher notwendiger Korrekturen an CATDET wird ein Schritt 130 ausgeführt, um zu bestimmen, ob Steuerparameter mit jeder neuen Information über ein Nachlassen des Katalysators für den gegenwärtigen Fahrzeugzündzyklus aktualisiert worden sind. In dieser Ausführungsform werden Motorsteuerparameter an eine Information über das Nachlassen des Katalysators einmal für jeden Fahrzeugarbeitszyklus, ein Fahrzeugzündzyklus genannt, angepaßt. Wenn bei Schritt 130 bestimmt wird, daß eine derartige Aktualisierung vorgesehen worden ist, ist dann eine weitere Steuerparameteraktualisierung unnötig und ein Schritt 136 wird als nächstes ausgeführt. Alternativ wird, wenn bestimmt wird, daß keine derartige Aktualisierung aufgetreten ist, ein Steuerparametersatz als nächstes bei einem Schritt 132 als Funktion von CATDET festgestellt. Beispielsweise kann der Satz von Steuerparametern Einstellungsparameter für gewünschte Motorleerlaufgeschwindigkeit und Zündzeitpunkteinstellung sein, wie in der Form eines Leerlaufgeschwindigkeits-Offset δIS und eines Zündzeitpunkteinstellungs-Offsets δEST . Diese Parameter-Offsets sorgen für eine Aufwärmverstärkung des Katalysators und für eine Motoremissionsverringerung, wie eine Verringerung des Niveaus von emittierten Kohlenwasserstoffen. Eher als Leerlaufgeschwindigkeit und Zündzeitpunkteinstellung einzubauen, um ein Nachlassen des Katalysators für den schlimmsten Fall auf Kosten von Kraftstoffökonomie und Motorleistung zu berücksichtigen, können vielmehr nützliche Leerlaufgeschwindigkeitsziele und eine Zündzeitpunkteinstellung vorgeschrieben werden, bei welchen nur Kompromisse gemäß einem kritischen Merkmal dieser Erfindung geschlossen werden, wenn das Nachlassen des Katalysators anzeigt, daß eine derartige Kompensation wirklich notwendig ist. Entsprechend werden ein δIS - und ein δEST -Wert bei Schritt 132 als eine Funktion von CATDET festgestellt. Die Offsets können als eine Funktion von CATDET in einem herkömmlichen Nachschlagtabellenformat in ROM 44 (Fig. 1) kalibriert und gespeichert werden. Kurve 304 von Fig. 6 stellt eine repräsentative Beziehung zwischen δIS und CATDET dar, die eine kompensierende Änderung der gewünschten Motorleerlaufgeschwindigkeit darstellen, um das Katalysatoraufwärmen zu verstärken und Motoremissionen zu verringern, während der Katalysator altert. Wie in Kurve 304 dargestellt, ist keine Leerlaufgeschwindigkeitskompensation für CATDET bis zu ungefähr 75 000 entsprechend dieser Ausführungsform bis zu einem Nachlassen des Katalysators von ungefähr dreißig Prozent notwendig. Die Änderung

der Leerlaufgeschwindigkeit steigt allmählich mit CATDET-Zunahmen über 75 000 bis zu einer maximalen kompensierenden Änderung der Leerlaufgeschwindigkeit von ungefähr 450 U/min für einen nahezu völlig nachgelassenen Katalysator mit einem CATDET-Wert von näherungsweise 230 000 an.

Kurve 306 in Fig. 7 stellt eine repräsentative Beziehung zwischen δ EST und CATDET dar, die eine kompensierende Änderung der Motorzündzeitpunkteinstellung darstellt, um das Aufwärmen des Katalysators zu verstärken und Motoremissionen zu verringern, während der Katalysator altert. Wie in Kurve 306 dargestellt, ist keine Zündzeitpunkteinstellungskompensation für CATDET bis zu ungefähr 75 000 entsprechend dieser Ausführungsform bis zu einem Nachlassen des Katalysators von dreißig Prozent erforderlich. Die Änderung der Zündzeitpunkteinstellung steigt allmählich mit CATDET-Zunahmen über 75 000 bis zu einer maximalen kompensierenden Änderung der Zündzeitpunkteinstellung von ungefähr 24 Grad Funkenzeitpunkteinstellungsverzögerung für einen nahezu völlig nachgelassenen Katalysator mit einem CATDET-Wert von beinahe 230 000 an.

Die Kalibrierungsinformation, die durch Kurven 304 und 306 dargestellt wird, die in ROM 44 (Fig. 1) gespeichert sind, wird bei Schritt 132 als eine Funktion von dem gegenwärtigen CATDET-Wert festgestellt und bei einem nächsten Schritt 134 als die gegenwärtigen Kompensationswerte zur Verwendung bei der Motorleerlaufgeschwindigkeitssteuerung und Motorzündzeitpunkteinstellungssteuerung für den gegenwärtigen Zündzyklus gespeichert, wie es weiter beschrieben wird. Weiter kann eine Marke bei Schritt 134 gesetzt werden, die anzeigt, daß die Aktualisierung für den gegenwärtigen Zündzyklus aufgetreten ist. Eine derartige Marke wird bei dem beschriebenen Schritt 130 analysiert. Als nächstes, oder wenn bestimmt worden ist, daß die Steuerparameter bereits für den gegenwärtigen Zündzyklus aktualisiert worden sind, bei Schritt 130, wird CATDET bei einem Schritt 136 mit einem kalibrierten Grenzwert, wie ungefähr 230 000 in dieser Ausführungsform, verglichen, um festzulegen, ob abgeschätzt wird, daß der Katalysator völlig nachgelassen hat. Wenn CATDET den Grenzwert überschreitet, wird ein Zustand des Nachlassens bei einem nächsten Schritt 138 angezeigt, beispielsweise indem eine Anzeigeeinrichtung, die für den Motorbediener sichtbar ist, wie Anzeigeeinrichtung 56 von Fig. 1, mit Energie beaufschlagt und ein Code oder eine Botschaft in einem nicht flüchtigen Abschnitt von RAM 50 (Fig. 1) gespeichert wird, um den Zustand des Nachlassens anzuzeigen, wobei beide Anzeigevorgänge dazu dienen, die zeitliche Wartung dieses Zustandes zu vereinfachen, wie durch Austauschen des Katalysators. Eine derartige Anzeige verringert das Potential für eine Motorarbeit mit einer ungeeigneten Fähigkeit zur katalytischen Behandlung. Nach der Anzeige des Zustandes des Nachlassens, oder wenn bestimmt wird, daß kein derartiger Zustand des Nachlassens vorhanden ist, sorgt ein Schritt 140 für eine Rückkehr von den Vorgängen der Routine von Fig. 2 zu irgendwelchen Vorgängen, die zeitweilig ausgesetzt waren, um für ein Bedienen der Zeitgliedunterbrechung zu sorgen, die die Vorgänge von Fig. 2 auslöst.

Die Vorgänge von Fig. 3 stellen schrittweise Motorsteuerungsvorgänge dar, die Gebrauch von der Information über das Nachlassen machen, die erzeugt und angewendet wurde, um Steuerparameter-Offset-Information durch die Vorgänge von Fig. 2 hervorzubringen.

Die Vorgänge von Fig. 3 werden bei einem Schritt 200 jedem Motorzylinderereignis folgend, wie jedem Verbrennungsereignis in den Motorzylindern folgend, eingeleitet, wie durch den Durchtritt eines Zahnes der einer Kerbe der Motorausgangswelle 32 (Fig. 1) von Sensor 22 (Fig. 1) angezeigt. Die Routine schreitet von Schritt 200 fort, um die gegenwärtige Motorgeschwindigkeit RPM und die Motoreinlaßluftventilposition TP bei einem nächsten Schritt 202 abzutasten. Wenn RPM und TP einen Leerlaufarbeitszustand bei einem nächsten Schritt 204 anzeigen, werden als nächstes die Leerlaufgeschwindigkeitssteuerungsvorgänge der Schritte 206 — 222 ausgeführt. Ein Leerlaufarbeitszustand wird von einer TP von ungefähr Null und RPM innerhalb eines vorbestimmten niedrigen RPM-Bereichs von wenigstens 500 U/min angezeigt. Weiter kann es notwendig sein, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit Null beträgt, um einen Leerlaufarbeitszustand anzuzeigen. Wenn bestimmt wird, daß der Leerlaufarbeitszustand vorhanden ist, wird als nächstes eine gewünschte Basismotorleerlaufgeschwindigkeit bei einem Schritt 206, wie sie als eine Funktion von der Motorkühlmitteltemperatur kalibriert sein kann, in der Größenordnung von 700 U/min festgestellt. Wenn eine zu beschreibende Leerlaufabfallperiode abgeschlossen ist, wie bei einem nächsten Schritt 208 bestimmt, wird dann als nächstes δ IS bei einem Schritt 210 auf Null gesetzt, und ein zu beschreibender Schritt 224 wird dann ausgeführt.

Wenn die Leerlaufabfallperiode nicht abgeschlossen ist, wird dann der Leerlaufmotorgeschwindigkeits-Offset δ IS allmählich in Richtung Null gemäß einem Leerlaufabfallmultiplikator verringert, der bei einem nächsten Schritt 212 als eine Funktion von dem gegenwärtigen CATDET-Wert und als eine Funktion von der Zeit seit dem Start des Motors bestimmt wird, um δ IS auf eine stabile allmähliche Weise auf Null zu steuern, wenn er nicht länger zur Kompensation des Nachlassens des Katalysators erforderlich ist. Wenn beispielsweise CATDET bei einem hohen Wert liegt, wie ungefähr 230 000 in dieser Ausführungsform, was einem im wesentlichen völlig nachgelassenen Katalysator entspricht, wird der Leerlaufabfallwert in dieser Ausführungsform auf eine Einheit für eine maximale Zeitdauer von ungefähr dreißig Sekunden vom Zeitpunkt des Motorstarts gesetzt, welches näherungsweise die Zeit ist, seit δ IS anfangs für den gegenwärtigen Zündzyklus gesetzt worden ist, und einer derartigen maximalen Zeitdauer folgend wird δ IS linear auf Null verringert über eine maximale Abfallperiode von ungefähr sechzig Sekunden in dieser Ausführungsform. Für CATDET-Werte von ungefähr 75 000 oder weniger, was δ IS-Werten von Null in dieser Ausführungsform entspricht, wird der Leerlaufabfallwert Null betragen. Für CATDET-Werte zwischen einem minimalen und einem maximalen Wert, wie zwischen 75 000 und 230 000 in dieser Ausführungsform, kann eine Interpolation zwischen den beschriebenen Zeiten vorgesehen werden, wie direkte lineare Interpolation. Wenn beispielsweise CATDET bei einem Wert direkt zwischen einem ersten Wert (wie ungefähr 75 000) und einem maximalen Wert (wie ungefähr 230 000) liegt, kann dann der Leerlaufgeschwindigkeitsabfallwert für ungefähr fünfzehn Sekunden bei einer Einheit gehalten und dann über eine Dauer von sechzig Sekunden auf Null verringert werden. Andere Ansätze können durch das Ausüben gewöhnlicher Fachkenntnis vorgesehen werden, um δ IS allmählich in Richtung Null zu steuern, wenn er nicht länger zur Kompensation des Nachlassens des Katalysators erforderlich ist.

Wenn die Leerlaufabfallperiode abgeschlossen ist, wird der Abfallwert auf Null verringert und eine Marke in dem RAM 50 (Fig. 1) der Steuereinrichtung gesetzt, die anzeigt, daß der Leerlaufabfall abgeschlossen ist, welche Marke bei dem beschriebenen Schritt 208 abgefragt wird. Nach dem Bestimmen des gegenwärtigen Leerlaufgeschwindigkeitsabfallwertes bei Schritt 212, welcher die Form eines Multiplikators in dieser Ausführungsform annimmt, wird ein Leerlaufgeschwindigkeits-Offset $\delta IS'$ gemäß dem Abfallwert bei einem nächsten Schritt 214 als das Produkt des gegenwärtigen δIS -Wertes und des Multiplikators bestimmt. Ein Leerlaufgeschwindigkeitsbefehl ISC wird als nächstes bei einem Schritt 216 als die Summe der Basisleerlaufgeschwindigkeit und $\delta IS'$ erzeugt.

Dann wird ein Geschwindigkeitsfehler beispielsweise als eine Differenz zwischen ISC und der gegenwärtigen gemessenen Motorgeschwindigkeit RPM bei einem Schritt 218 bestimmt. Als nächstes wird eine Änderung eines Leerlaufgeschwindigkeitssteueraktuatorbefehls δIAC bei einem Schritt 220 als eine Funktion von dem Geschwindigkeitsfehler beispielsweise durch Anwenden eines herkömmlichen Regelungsprozesses wie eines Proportional-Integral-Regelungsprozesses zum wirksamen Steuern des Fehlers in Richtung Null bestimmt. Ein Befehl für einen Leerlaufsteueraktuator IAC wird dann als eine Funktion eines Basisbefehls, welcher als eine Funktion von Motorarbeitszuständen gemäß herkömmlichen Leerlaufgeschwindigkeitssteuerpraktiken bestimmt werden kann, und dem bei einem Schritt 222 bestimmten δIAC -Wert als der Ausgangsbefehl bestimmt, der an die Leerlaufsteuerung einzulegen ist, um eine gewünschte Motoreinlaßflußrate unter Leerlaufarbeitszuständen zu schaffen und somit den Motorgeschwindigkeitsfehler zu minimieren und ein Nachlassen des Katalysators gemäß dieser Erfindung zu kompensieren.

Als nächstes, oder wenn nicht bestimmt wurde, daß ein Leerlaufarbeitszustand vorhanden ist, bei Schritt 204, wird eine Basismotorzündzeitpunkteinstellung bei einem Schritt 224 beispielsweise als eine Funktion von der Motorgeschwindigkeit RPM festgestellt. Wenn eine Zeitpunkteinstellungsabfallmarke gesetzt ist, die anzeigt, daß eine Abfallperiode für eine Zündzeitpunkteinstellung abgeschlossen ist, wie bei einem nächsten Schritt 226 bestimmt, wird dann δEST , der Zündzeitpunkteinstellungs-Offset, der in dieser Ausführungsform vorgesehen ist, um ein Nachlassen des Katalysators und die Auswirkungen davon auf ein Katalysatoraufwärmen und Motoremissionen zu kompensieren, bei einem nächsten Schritt 228 auf Null gesetzt und ein zu beschreibender Schritt 234 wird dann ausgeführt.

Wenn bestimmt wird, daß der Zeitpunkteinstellungsabfall nicht abgeschlossen ist, bei Schritt 226, wird als nächstes ein gegenwärtiger Wert für einen Zeitpunkteinstellungsabfallmultiplikator bei einem Schritt 230 als eine Funktion von CATDET und von der Zeit seit dem Beginn des gegenwärtigen Motorzündzyklus bestimmt. Der Zeitpunkteinstellungsabfallmultiplikator wird als eine Funktion von CATDET auf die beschriebene Weise für den Leerlaufabfallmultiplikator eingestellt, der bei dem beschriebenen Schritt 212 bestimmt wurde. Beispielsweise für CATDET-Werte kleiner als 75 000 beträgt δEST Null, und der Zeitpunkteinstellungsabfallmultiplikator wird bei Null aufrechterhalten. Für CATDET-Werte bei einem Maximum, wie ungefähr 230 000 in dieser Ausführungsform, was einen im wesentlichen völlig nachgelassenen Katalysator anzeigt, wird der

Zeitpunkteinstellungsabfallmultiplikator für eine Zeitperiode, die dem Beginn des Zündzyklus folgt, für ungefähr neunzig Sekunden auf eine Einheit gesetzt und wird dann über eine Zeitdauer, wie ungefähr 210 Sekunden in dieser Ausführungsform, allmählich in Richtung Null verringert. Für CATDET-Werte zwischen 75 000 und 230 000 kann eine Interpolation zwischen den beschriebenen Zeitpunkteinstellungsabfallmultiplikatorwerten verwendet werden, um einen geeigneten Multiplikatorwert zu bestimmen, wie es für Schritt 212 beschrieben wurde.

Nach dem Bestimmen des gegenwärtigen Zeitpunkteinstellungsabfallmultiplikators wird der gegenwärtige Zündzeitpunkteinstellungs-Offset $\delta EST'$ gemäß dem Multiplikator bei Schritt 232 als ein Produkt von δEST und dem Multiplikator aktualisiert. Ein Zündzeitpunkteinstellungsbefehl EST wird als nächstes als eine Summe des Basiszündzeitpunkteinstellungsbefehls und $\delta EST'$ bei einem Schritt 234 bestimmt. Die bestimmten Befehle IAC und EST werden als nächstes an jeweilige Ansteuerungen 58 und 38 (Fig. 1) bei einem nächsten Schritt 236 ausgegeben. Der Befehl IAC wird an das Bypass-Ventil V 26 zur Motoreinlaßflußratensteuerung wie beschrieben angelegt, und der Befehl EST wird von der Ansteuerung 38 an aktive Motorzylinderzündkerzen auf eine zeitlich abgestimmte Weise angelegt, die von der EST-Zeitpunkteinstellung in Graden Verzögerung weg von einer unteren Totpunktposition des Zylinders geregelt wird, wie es allgemein in der Technik verstanden wird. Der Wert von IAC kann durch jegliche herkömmliche Bypass-Ventilsteuerpraktiken bei dem Ereignis zugewiesen werden, wo bestimmt wird, daß Leerlaufarbeitszustände nicht vorhanden sind, bei Schritt 204 von Fig. 3.

Einem Anlegen der erzeugten Befehle an jeweilige Ansteuerungen folgend, wird ein Schritt 238 ausgeführt, um zu irgendwelchen Vorgängen zurückzukehren, die ausgesetzt waren, um für das Ausführen der Vorgänge von Fig. 3 zu sorgen. Alternativ können zusätzliche Steuerungs- oder Diagnosevorgänge erforderlich sein, um die Zylinderereignisunterbrechung richtig zu bedienen, die die Vorgänge der Routine von Fig. 3 einleitete. Derartige zusätzliche Vorgänge können vor dem Ausführen des Schritts 238 ausgeführt werden und die Form herkömmlicher Motorsteuerungs- oder Diagnosevorgänge annehmen.

In einer alternativen Ausführungsform innerhalb des Bereiches dieser Erfindung, die ein ergänzendes Beheizen des Katalysators des katalytischen Konverters 30 umfaßt, wie durch ein herkömmliches elektrisches Heizelement, das in der Motorabgasleitung 28 stromaufwärts von dem Katalysator angeordnet ist, um das Aufwärmen des Katalysators einem Motorkaltstart folgend zu beschleunigen, wie es allgemein in der Technik verstanden wird, kann die an das Heizelement gelieferte Energie gemäß dem Wert von CATDET verändert werden. Beispielsweise kann die Aufwärmzeit des Katalysators wie beschrieben zunehmen, wenn der Katalysator nachläßt. Daher kann viel weniger Energie von einem ergänzenden Heizelement erforderlich sein, um die Temperatur eines frischen Katalysators in einer annehmbaren Zeit einem Motorkaltstart folgend zu erhöhen, als es erforderlich ist, um die Temperatur eines gealterten oder nachgelassenen Katalysators zu erhöhen, um in dieser annehmbaren Zeit aufzuwärmen. Eher als eine Kalibrierung der Steuerung des ergänzenden Beheizens für den Zustand des Nachlassens des Katalysators für den schlimmsten Fall, kann vielmehr eine Ka-

librierung für den besten Fall für einen frischen Katalysator verwendet werden, welche sich allmählich in Richtung einer Kalibrierung für den schlimmsten Fall als eine Funktion von CATDET bewegt. Es wird eine Energieeinsparung folgen, die die Motorkraftstoffökonomie verbessert. Genauer können die Vorgänge der Routine von Fig. 2 aus einer gespeicherten Kalibrierungsfestlegung einen ergänzenden Heizindex als eine Funktion von CATDET feststellen. Der festgestellte Heizindex kann während Motorstartvorgängen angewendet werden, um ein Ansteuerungsniveau einer ergänzenden Katalysatorheizung zu setzen oder einzustellen, so daß ambitionierte Aufwärmzeiten während der ganzen Lebensdauer des Katalysators mit minimalem Energieverbrauch durch die Heizeinrichtung erreicht werden können.

Die bevorzugte Ausführungsform für den Zweck der Erläuterung dieser Erfindung ist nicht als diese Erfindung begrenzend oder einschränkend zu nehmen, weil viele Modifikationen durch Ausüben von gewöhnlicher Fachkenntnis ausgeführt werden können, ohne vom Bereich der Erfindung abzuweichen.

Zusammengefaßt ist eine Steuerung des Betriebes eines Verbrennungsmotors vorgesehen, die auf eine Abschätzung eines Nachlassens des Katalysators in einer katalytischen Behandlungseinrichtung für Motorabgas anspricht, welche Zündzeitpunkteinstellungssteuerung, Einlaßluftsteuerung und Ergänzungskatalysatorheizungssteuerung umfaßt. Die Abschätzung des Nachlassens spricht auf eine Katalysatortemperaturabschätzung an, welche gemäß dem abgeschätzten Nachlassen korrigiert werden kann.

Patentansprüche

1. Motorsteuerverfahren zum Steuern des Betriebes eines Verbrennungsmotors, welcher Motorabgase zu einer katalytischen Behandlungseinrichtung mit einem Katalysator zur Behandlung der Motorabgase leitet, wobei der Katalysator eine Anfangsarbeitskapazität aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Eingangssignal abgetastet wird, das einen Motorarbeitszustand anzeigt, daß ein Motorsteuerbefehl als eine vorbestimmte Funktion von dem abgetasteten Eingangssignal festgestellt wird, daß ein Grad des Nachlassens der Katalysatorkapazität unter die Anfangsarbeitskapazität abgeschätzt wird, daß der festgestellte Motorsteuerbefehl als eine vorbestimmte Funktion von dem abgeschätzten Grad des Nachlassens eingestellt wird, und daß der Betrieb des Motors gemäß dem eingestellten Motorsteuerbefehl gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Motorsteuerverfahren die Motorgeschwindigkeit steuert, daß der festgestellte Motorsteuerbefehl ein Basismotorgeschwindigkeitsbefehl ist, und daß der Einstellungsschritt umfaßt, daß ein Motorgeschwindigkeits-Offset als eine vorbestimmte Funktion von dem abgeschätzten Grad des Nachlassens der Katalysatorkapazität bestimmt wird, und daß eine gewünschte Motorgeschwindigkeit als eine vorbestimmte Funktion von dem Motorgeschwindigkeits-Offset und von dem Basismotorgeschwindigkeitsbefehl berechnet wird, und daß der Steuerschritt den Betrieb des Motors gemäß der gewünschten Motorgeschwindigkeit steuert.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die tatsächliche Motorgeschwindigkeit wahrgenommen wird, daß eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der gewünschten Motorgeschwindigkeit und der tatsächlichen Motorgeschwindigkeit bestimmt wird, und daß ein Motoreinlaßluftbefehl als eine Funktion von der bestimmten Geschwindigkeitsdifferenz zum Steuern der Motoreinlaßluft rate berechnet wird, um die Geschwindigkeitsdifferenz in Richtung Null zu steuern, und daß der Steuerschritt die Motoreinlaßluft rate gemäß dem Motoreinlaßluftbefehl steuert.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Motorsteuerverfahren eine Zeitpunkteinstellung von Motorzündungsereignissen steuert, daß der festgestellte Motorsteuerbefehl ein Basiszündzeitpunkteinstellungsbefehl ist, und daß der Einstellungsschritt umfaßt, daß ein Zündzeitpunkteinstellungs-Offset als eine vorbestimmte Funktion von dem abgeschätzten Grad des Nachlassens der Katalysatorkapazität festgestellt wird, und daß der Zündzeitpunkteinstellungs-Offset auf den Basiszündzeitpunkteinstellungsbefehl angewendet wird, um den Zündzeitpunkteinstellungsbefehl einzustellen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschätzungsschritt umfaßt, daß die Katalysatorarbeitszeit überwacht wird, daß die Katalysatorarbeitstemperatur abgeschätzt wird, daß die Katalysatorarbeitszeit mitgeschrieben wird, daß die mitgeschriebene Katalysatorarbeitszeit mit der abgeschätzten Katalysatorarbeitstemperatur gewichtet wird, und daß die Abschätzung des Grades des Nachlassens der Katalysatorkapazität eine vorbestimmte Funktion von der gewichteten, mitgeschriebenen Katalysatorarbeitszeit ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Katalysatorarbeitstemperaturkorrektur als eine vorbestimmte Funktion von dem abgeschätzten Grad des Nachlassens der Katalysatorkapazität bestimmt wird, und daß die abgeschätzte Katalysatorarbeitstemperatur gemäß der Katalysatorarbeitstemperaturkorrektur korrigiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der abgeschätzte Grad des Nachlassens der Katalysatorkapazität mit einem vorbestimmten Grenzwert des Nachlassens verglichen wird, und daß ein Zustand des Nachlassens des Katalysators angezeigt wird, wenn der abgeschätzte Grad des Nachlassens der Katalysatorkapazität den Grenzwert des Nachlassens überschreitet.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Katalysatorheizeinrichtung gemäß einem Energiesteuerbefehl zum Erzeugen von Heizenergie gesteuert wird, die dem Katalysator geliefert wird, um die Katalysatortemperatur während einer Heizperiode zu erhöhen, wobei das Verfahren weiter umfaßt, daß ein vorbestimmter Basisenergiesteuerbefehl festgestellt wird, daß eine Energiesteuerbefehlskorrektur als eine vorbestimmte Funktion des abgeschätzten Grades des Nachlassens der Katalysatorkapazität bestimmt wird, daß der Basisenergiesteuerbefehl gemäß der Energiesteuerbefehlskorrektur eingestellt wird, und daß die Katalysatorheizeinrichtung gemäß dem eingestellten Basisenergiesteuerbefehl angesteuert wird, um die Katalysatortemperatur wäh-

rend der Heizperiode zu erhöhen.

9. Motorsterverfahren zum Steuern eines Arbeitsparameters eines Verbrennungsmotors gemäß einem Motorsteuerbefehl, wobei der Motor Abgase erzeugt, welche durch eine katalytische Behandlungseinrichtung mit einem Katalysator katalytisch behandelt werden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Basissteuerbefehl erzeugt wird, daß ein Nachlassen des Katalysators weg von einem Anfangskatalysatorleistungsniveau abgeschätzt wird, daß eine Steuerbefehlseinstellung als eine vorbestimmte Funktion von dem abgeschätzten Nachlassen des Katalysators bestimmt wird, daß die Steuerbefehlseinstellung auf den Basissteuerbefehl angewendet wird, um den Basissteuerbefehl einzustellen, und daß der Motorarbeitsparameter gemäß dem eingestellten Basissteuerbefehl gesteuert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Motorarbeitsparameter die Motorgeschwindigkeit ist, daß der Basissteuerbefehl ein Basismotorgeschwindigkeitsbefehl ist, und daß die Steuerbefehlseinstellung ein Motorgeschwindigkeits-Offset ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerschritt umfaßt, daß die tatsächliche Motorgeschwindigkeit wahrgenommen wird, daß der Motorgeschwindigkeitsfehler als eine Differenz zwischen dem eingestellten Basismotorgeschwindigkeitsbefehl und der wahrgenommenen tatsächlichen Motorgeschwindigkeit berechnet wird, daß ein Aktuatorbefehl als eine vorbestimmte Funktion von dem Motorgeschwindigkeitsfehler bestimmt wird, und daß ein Aktuator gemäß dem Aktuatorbefehl gesteuert wird, um die Motorgeschwindigkeit zu steuern.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator ein Motoreinlaßluftventil ist, dessen Öffnungsgrad verändert wird, um die Motoreinlaßluftströmung zu verändern, und daß der Schritt des Steuerns des Aktuators den Öffnungsgrad des Motoreinlaßluftventils gemäß dem Aktuatorbefehl verändert, um die Motorgeschwindigkeit zu steuern.

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Motorarbeitsparameter die Motorzündzeitpunkteinstellung ist.

14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschätzungsschritt umfaßt, daß periodisch (a) die Katalysatorarbeitstemperatur abgeschätzt wird, (b) daß das Ausmaß an Zeit der Katalysatorarbeit bei der abgeschätzten Katalysatorarbeitstemperatur abgeschätzt wird, (c) daß ein Zählwert des Nachlassens des Katalysators als eine vorbestimmte Funktion von dem abgeschätzten Ausmaß an Zeit und von der abgeschätzten Katalysatorarbeitstemperatur erzeugt wird, und (d) ein gespeicherter Nachlaßwert von dem Zählwert des Nachlassens des Katalysators erhöht wird, worin der erhöhte, gespeicherte Nachlaßwert das Nachlassen des Katalysators anzeigt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Katalysatorarbeitstemperaturkorrektur als eine vorbestimmte Funktion von dem abgeschätzten Nachlassen des Katalysators bestimmt wird, und daß die abgeschätzte Katalysatorarbeitstemperatur gemäß der Katalysatorarbeitstemperaturkorrektur korrigiert wird.

16. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

daß das abgeschätzte Nachlassen des Katalysators mit einem vorbestimmten Grenzwert des Nachlassens verglichen wird, und daß ein Zustand des Nachlassens des Katalysators angezeigt wird, wenn das abgeschätzte Nachlassen des Katalysators den Grenzwert des Nachlassens überschreitet.

17. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Katalysatorheizeinrichtung gemäß einem Heizungssteuerbefehl zum Erzeugen von Heizenergie betätigt wird, die dem Katalysator geliefert wird, um die Katalysortemperatur während einer Heizperiode zu erhöhen, wobei das Verfahren weiter umfaßt, daß ein vorbestimmter Heizungssteuerbefehl festgestellt wird, daß eine Heizungssteuerbefehlskorrektur als eine vorbestimmte Funktion von dem abgeschätzten Nachlassen des Katalysators bestimmt wird, daß der Heizungssteuerbefehl gemäß der Heizungssteuerbefehlskorrektur eingestellt wird, und daß die Katalysatorheizeinrichtung gemäß dem eingestellten Heizungssteuerbefehl betätigt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1.

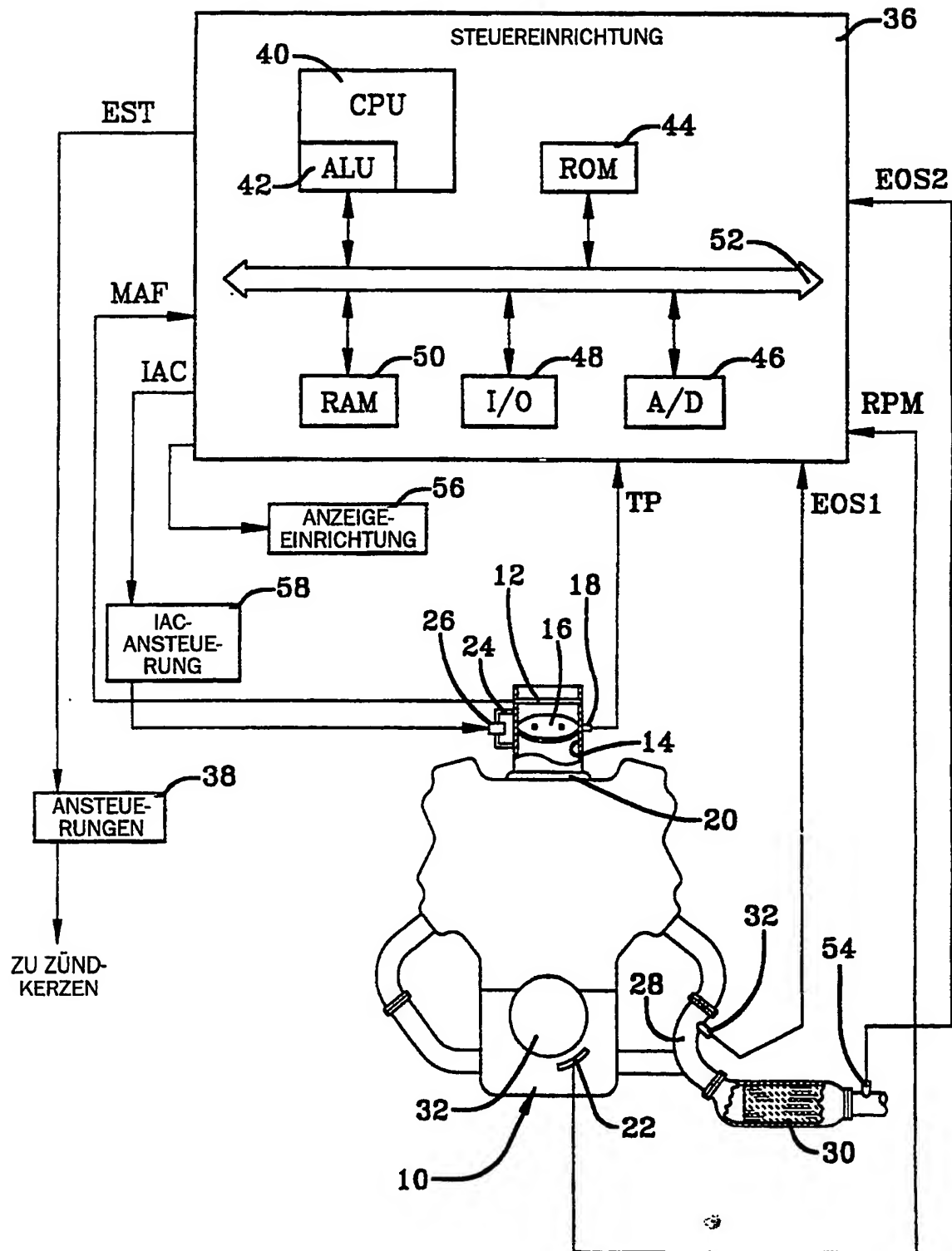


Fig.2.

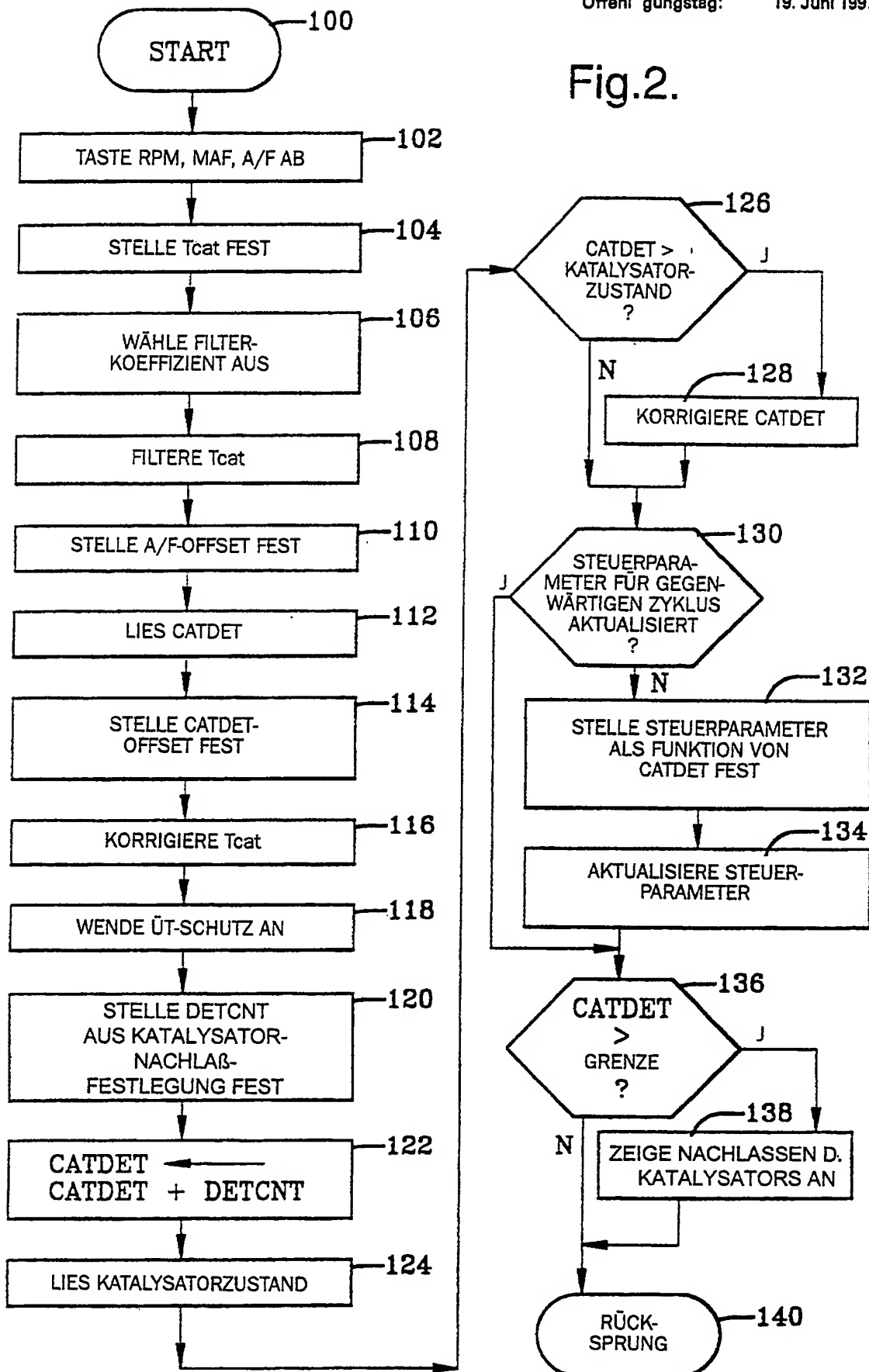


Fig.3.

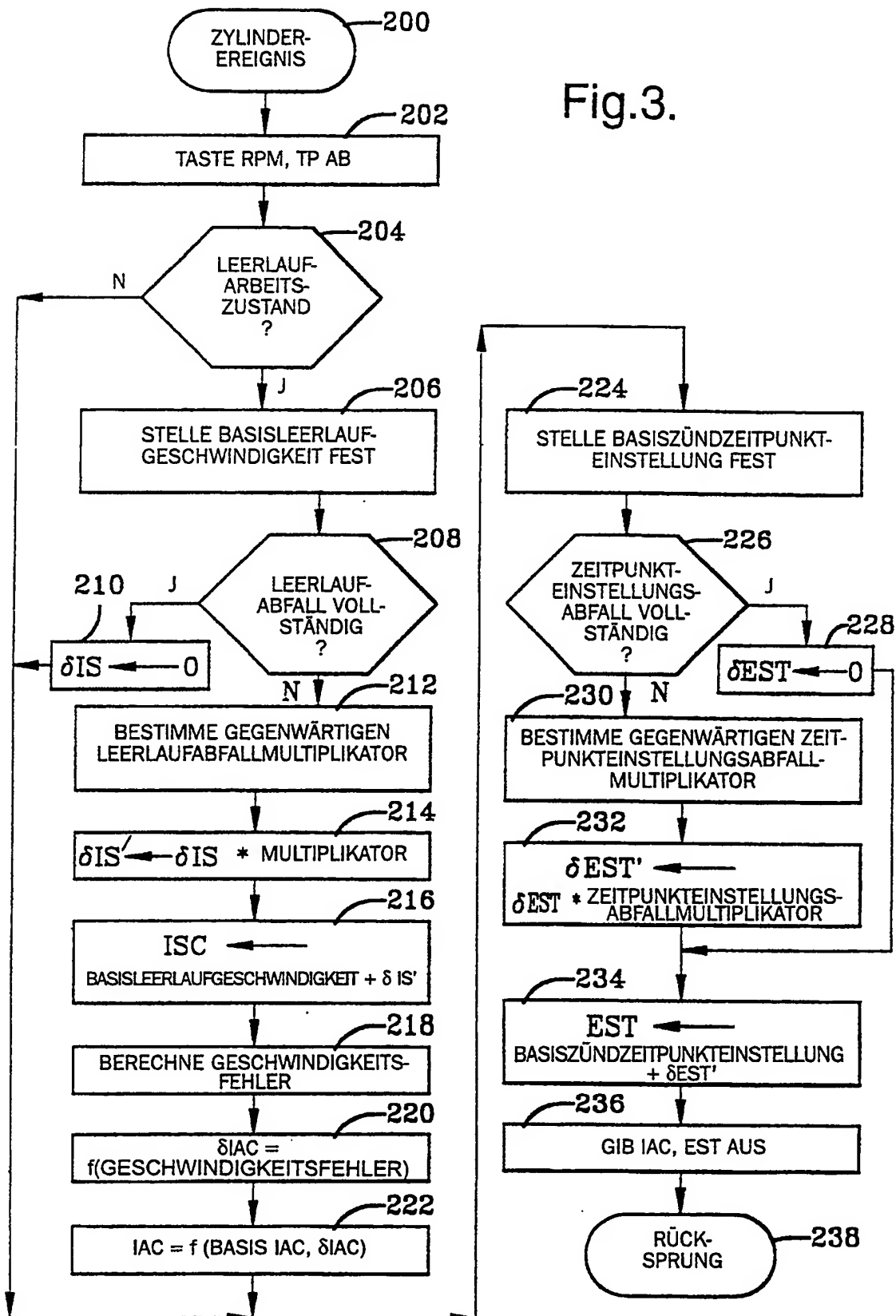


Fig.4.

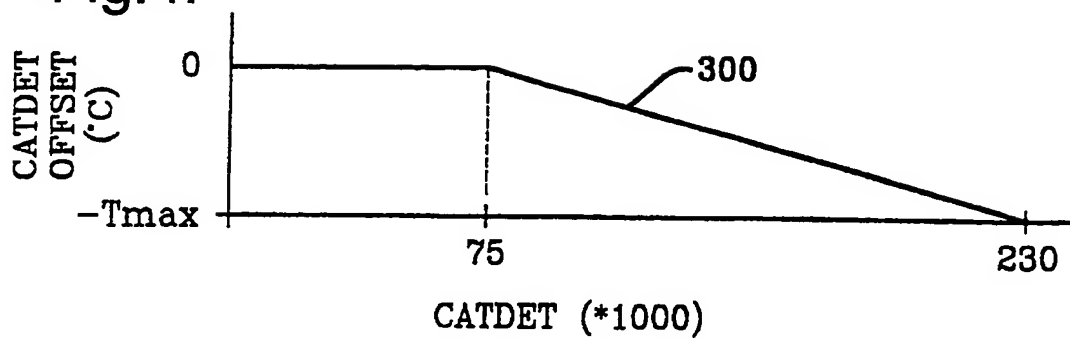


Fig.5.

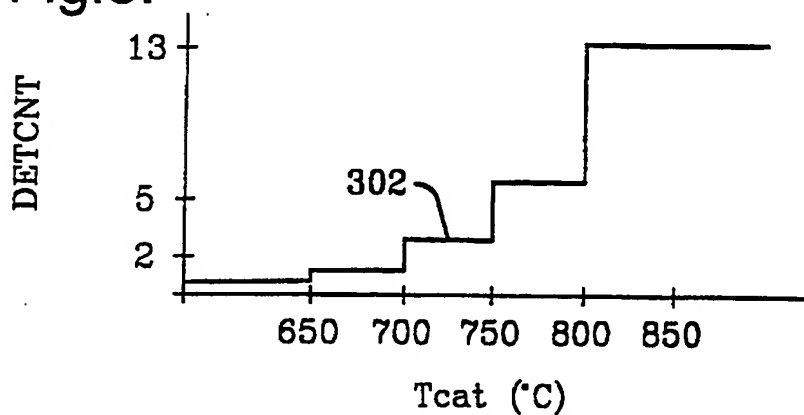


Fig.6.

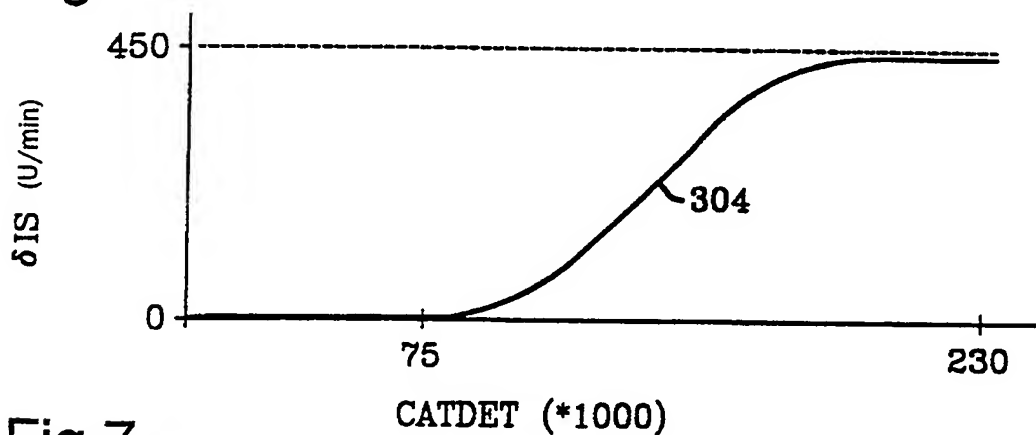


Fig.7.

